

ОРГАНИЗМ И СРЕДА

УДК 576.8

Г. В. БАРИНОВ, Р. П. ТРЕНКЕНШУ, В. Г. ШАЙДА

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ТЕПЛОПРОДУКЦИЮ СИНЕ-ЗЕЛЕННОЙ ВОДОРОСЛИ *SPIRULINA PLATENSIS*

Исследована динамика величин теплопродукции и температурного коэффициента (Q_{10}) у сине-зеленой водоросли *Spirulina platensis* при 20 и 30°C. Показано, что в темноте теплопродукция водорослей при разных температурах уменьшается с разными скоростями. При продолжительности эксперимента от 6 до 20 ч величина Q_{10} возрастает от 3,5 до 15,5. Рассмотрены возможные причины этого явления.

Теплопродукция является одной из составляющих энергетического баланса как клетки, так и фитоценоза. Как известно, температура существенно влияет на скорость метаболизма и, следовательно, на потоки энергии в экосистеме в целом. Представляет определенный интерес исследование влияния температуры на величины температурного коэффициента (Q_{10}) теплопродукции в автотрофном звене экосистемы. Известно, что величины Q_{10} , полученные на выделенных из клетки чистых ферментах [1], могут существенно отличаться от таковых, полученных на уровне целой клетки [2]. Нами экспериментально изучена динамика изменения теплопродукции сине-зеленой водоросли *Spirulina platensis* в темновых реакциях на уровне живой клетки и обсуждаются возможные причины этого явления.

Материал и методика. Объектом исследования была сине-зеленая микроводоросль спирулина *Spirulina platensis* (Nordst.) [4]. Спирулину выращивали промышленным способом в бассейнах открытого типа объемом 1000 л с толщиной слоя суспензии 7 см при естественном освещении. В качестве питательной среды использовали модифицированную, сбалансированную по биогенным элементам среду. Солёность 1,5-2 ‰, pH 10-11. Режим культивирования - непропорционально-проточный с ежесуточной корректировкой питательной среды по биогенным элементам. Температура среды определялась погодными условиями и колебалась от 20 до 35°C. Плотность культуры водорослей составляла около 1 г сухой биомассы в 1 л культуры. Эксперименты проводились в конце сентября 1998 г.

Теплопродукцию измеряли с помощью Монитора биологической активности шведской фирмы LKB, с использованием ампульного метода. В ампулы размером 2,5 мл вводили 2 мл суспензии микроводорослей с плотностью 0,1-1,0 мг сухой массы в 1 мл, с последующим перерасчетом на живую массу с коэффициентом 7. Величину теплопродукции измеряли в микроваттах на грамм биомассы (мкВт/г). Калибровку прибора производили перед каждым измерением согласно Инструкции. Повторность в опытах 4-х кратная. Результаты измерений обрабатывались статистически на основе общепринятых методов.

Результаты и обсуждение. Теплопродукция измерялась в двух температурных режимах: при 20 и 30°C. Стационарное состояние процесса теплопродукции устанавливалось после 6 ч от начала измерений в обоих случаях. Полученные экспериментальные данные по теплопродукции и рассчитанные по этим данным температурные коэффициенты приведены в таблице. Данные по теплопродукции приводятся с момента установления стационарного состояния с интервалом в 2 ч. Из представленных данных видно, что теплопродукция постепенно уменьшается как при 20°C, так и при 30°C, но скорость уменьшения различна: за весь период наблюдения при 20°C она изменилась в 6,3 раза, а при 30°C - в 1,4.

С этими изменениями связан наблюдаемый феномен изменения температурного коэффициента темнового метаболизма в микроводоросли, который увеличился почти в 5 раз. Этот факт позволяет сделать некоторые предположения, имеющие методическое и методологическое значение:

© Г.В. Баринов, Р.П. Тренкеншу, В.Г. Шайда, 1999

1. При определении величин температурного коэффициента существенное значение имеет исследование этого параметра во времени (в динамике, кинетике).

Таблица. Теплопродукция *Spirulina platensis* при различных температурах
Table. Heat production of *Spirulina platensis* at different temperatures

Время от начала измерения (ч)	Теплопродукция (мкВт/г)		Q ₁₀
	20° С	30° С	
6	1580 ± 450	5570 ± 1150	3,5
8	1440 ± 380	5000 ± 1110	3,5
10	1300 ± 340	6060 ± 2960	4,7
12	890 ± 200	5700 ± 2000	6,4
14	480 ± 70	5840 ± 1780	12,2
16	360 ± 80	4480 ± 1130	12,4
18	330 ± 150	4020 ± 950	12,1
20	270 ± 110	4000 ± 990	14,8
22	250 ± 110	3870 ± 920	15,5

2. Возрастание величин температурного коэффициента в темновой период (для водорослей, а возможно и других организмов) показывает на изменение самой биоэнергетической природы теплопродукции в клетке.

Рассмотрим второе предположение подробнее. Известно, что основные процессы метаболизма протекают в гидрофобных мембранах клетки, её органеллах. При выходе продуктов метаболизма из

гидрофобных мембран в водную (или любую другую) микрофазу клетки происходит гидратация (в общем случае - сольватация) промежуточных продуктов метаболизма, протекающих с высоким тепловым эффектом, который, в принципе, может иметь как положительный, так и отрицательный знак. Другими словами, общая (интегральная) величина теплопродукции является, вероятнее всего, суммарной составляющей нескольких - как минимум, трёх - слагаемых: теплоты ферментативных реакций, положительной и отрицательной теплоты сольватации (гидратации) промежуточных и конечных продуктов метаболизма. Аналогичные явления отмечались нами ранее [3].

Подобного рода исследования, помимо общетеоретического значения, имеют и практическое приложение, например, в биотехнологии культивирования водорослей для определения оптимальной температуры культивирования на основе физиолого-биоэнергетического подхода.

Авторы благодарят А.В. Алисиевич за помощь в определении плотности культуры.

1. Диксон М., Уэбб Э. Ферменты. - М.: Мир, 1982. - **1-3.** - 1120 с.
2. Баринов Г.В. Общая концепция энергетики ионного транспорта и фосфорилирования в растительной клетке// Известия АН СССР. Сер. биол. - 1989.- №3. - С. 408-414.
3. Баринов В.Г., Тренкениу Р.П., Чубчикова И.Н. Особенности дыхания и фотосинтеза некоторых черноморских макроскопических водорослей// Альгология. - **4**, №3. - С. 16-21.
4. Geitler L., Pascher A. Die Suesswasserflora Deutschlabds, Oesterreichs und der Schweiz. - Jena.: Gustav Fischer Verlag, 1925. - Heft 12. - 436 s.

Ин-т биологии южных морей НАНУ,

г.Севастополь

Получено 22.02.99

G.V. BARINOV, R.P. TRENKENSHU, V.G. SHAIDA

EFFECT OF TEMPERATURE ON TERMOPRODUCTION OF BLUE-GREEN ALGA *SPIRULINA PLATENSIS*

Summary

Dynamics of thermoproduction values and temperature coefficient (Q₁₀) in darkness period within the temperature range between 20° and 30° C in green-blue microalgae *Spirulina platensis* have been investigated. Alga thermoproduction in darkness period has been shown to decrease with various rates. Within the time of

experiment from 6 to 20 hours Q_{10} increases from 3.5 to 15.5. Possible reasons causing such phenomenon are considered.